

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики**

**Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента
Российской Федерации Б.Н. Ельцина**

Факультет архитектуры, дизайна и строительства

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «**Насосы и насосные станции**»

Уровень высшего образования: БАКАЛАВРИАТ

**Направление подготовки: 20.03.02 (РФ) / 761000 (КР) «Природообустройство и
водопользование»**

Профиль: «Комплексное использование и охрана водных ресурсов»

Форма обучения: очная

Курс/семестр: 4 курс / 7 семестр

Трудоёмкость: 3 ЗЕТ (96 часов)

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Бишкек 2025 г.

**Фонд оценочных средств рассмотрен и утверждён
на заседании кафедры Инженерных дисциплин и водных ресурсов
протокол № 1 от «_28. 08.2025 г.**

Заведующий кафедрой  / **Логинов Г.И.** /

Исполнитель  / **Логинов Г.И.** /
д.т.н., доцент

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования
2. Технологическая карта дисциплины
3. Типовые контрольные задания и иные материалы для оценки планируемых результатов обучения
 - Блок А. Задания репродуктивного уровня («знать»)
 - Блок В. Задания реконструктивного уровня («уметь»)
 - Блок С. Задания практико-ориентированного уровня («владеть»)
 - Блок D. Задания для промежуточной аттестации (экзамен)
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания
5. Методические указания для обучающихся по выполнению контрольных заданий

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Виды оценочных средств / шифр раздела
<p>ОПК-4: Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области природообустройства и водопользования</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • классификацию и конструктивные особенности лопастных насосов; • теоретические основы работы центробежных и осевых насосов; • основные характеристики насосов (напорные, мощностные, кавитационные); • принципы регулирования режимов работы насосных установок; • классификацию и конструктивные решения насосных станций; • требования СНиП 2.04.02-84 к проектированию насосных станций 	<p>Блок А - тестовые задания, вопросы для фронтального опроса Блок Д - теоретические вопросы экзаменационных билетов</p>
<p>ОПК-4</p>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • рассчитывать параметры насосных установок; • строить и анализировать характеристики насосов и сетей; • подбирать насосы по заданным условиям эксплуатации; • определять расчётные параметры и число основных насосов для насосной станции; • выбирать схему компоновки насосной 	<p>Блок В - расчётно-графические задания Блок Д - практические задания экзаменационных билетов</p>

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Виды оценочных средств / шифр раздела
	станции и тип здания; • подбирать электродвигатели к насосам	
ОПК-4	Владеть: • приёмами выбора насосного оборудования для различных условий эксплуатации; • методиками определения кавитационных характеристик; • навыками проектирования гидроузла насосной станции	Блок С- кейс-задачи по проектированию насосных станций Блок D - комплексные задания экзаменационных билетов
ОПК-5: Способен использовать современные информационные технологии для решения профессиональных задач	Знать: • принципы применения программного обеспечения для расчёта характеристик насосов; • возможности специализированных программ (Grundfos GO, Pump-Flu)	Блок А - вопросы по применению ИТ в проектировании насосных станций
ОПК-5	Уметь: • использовать программные средства для подбора насосного оборудования; • применять ГИС-технологии для анализа трассы водоводов	Блок В — задания с применением программного обеспечения
ОПК-5	Владеть: • навыками работы с электронными	Блок С - кейс-задачи с использованием онлайн-ресурсов

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Виды оценочных средств / шифр раздела
	каталогами насосного оборудования	

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Название модулей дисциплины (по разделам РПД)	Вид контроля	Форма контроля	Минимум	Максимум	График контроля
Модуль 1. Теоретические основы работы лопастных насосов	Текущий контроль	Посещаемость лекций Активность на практических занятиях Выполнение СРС (6	8	1–4 недели
	Рубежный контроль	Тестирование	5	4	4 неделя
Модуль 2. Центробежные и осевые насосы. Характеристики насосов	Текущий контроль	Посещаемость практических занятий Активность, выполнение СРС	10	12	5–8 недели
	Рубежный контроль	Контрольная работа №1: • Построение характеристик насоса • Расчёт кавитационных характеристик	5	8	8 неделя
Модуль 3. Регулирование режимов работы насосных установок (Раздел 1 РПД)	Текущий контроль	Посещаемость практических занятий Активность, выполнение СРС		10	9–11 недели
	Рубежный контроль	Контрольная работа №2: • Расчёт работы насоса на сеть • Подбор насоса по заданным условиям	5	10	11 неделя

Название модулей дисциплины (по разделам РПД)	Вид контроля	Форма контроля	Минимум	Максимум	График контроля
Модуль 4. Насосные станции (Текущий контроль	Посещаемость практических занятий Активность, выполнение	10	10	12–14 недели
	Рубежный контроль	Контрольная работа №3: • Определение расчётных параметров насосной станции • Выбор схемы компоновки и типа здания НС	5	8	15 неделя
Итого за семестр			40	70	
Промежуточный контроль (экзамен)		Устный ответ по билету	20	30	16–17 недели
Семестровый рейтинг			60	100	

Примечания:

1. **Минимальный порог допуска к экзамену - 60 баллов**
2. За каждое пропущенное без уважительной причины занятие снимается 0,5 балла.
3. За активное участие в обсуждении - +0,5 балла за занятие (максимум +3 балла за модуль).
4. Студенты, набравшие менее 60 баллов по текущему и рубежному контролю, направляются на отработку заданий перед допуском к экзамену.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Блок А. Задания репродуктивного уровня («знать»)

А.1. Перечень контрольных вопросов

Выборка из 25 ключевых вопросов для текущего контроля:

Раздел 1. Насосы

1. Дайте определение лопастного насоса. Принцип действия.
2. Классификация лопастных насосов по направлению движения жидкости.
3. Основное уравнение лопастных машин. Формула Эйлера.
4. Назначение рабочего колеса центробежного насоса. Типы лопаток.
5. Что такое напор насоса? Формула для расчёта напора.
6. Объёмный КПД насоса. Причины объёмных потерь.
7. Гидравлический КПД насоса. Причины гидравлических потерь.
8. Механический КПД насоса. Причины механических потерь.
9. Полный КПД насоса. Взаимосвязь с частичными КПД.

10. Напорная характеристика насоса. Виды характеристик (теоретическая, экспериментальная).
11. Мощностная характеристика насоса. Особенности для центробежных и осевых насосов.
12. Кавитация в насосах. Причины возникновения и последствия.
13. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания. Формула расчёта.
14. Коэффициент быстроходности насоса. Классификация насосов по быстроходности.
15. Способы регулирования подачи центробежных насосов (дросселирование, изменение частоты вращения, обточка рабочего колеса).

Раздел 2. Насосные станции

16. Классификация насосных станций по назначению.
17. Классификация насосных станций по расположению оси насоса относительно уровня воды.
18. Основные элементы гидроузла насосной станции.
19. Требования к водозаборным сооружениям насосных станций.
20. Типы зданий насосных станций (погружные, полупогружные, поверхностные).
21. Принципы компоновки оборудования в здании насосной станции.
22. Назначение и типы водовыпускных сооружений.
23. Требования СНиП 2.04.02-84 к проектированию насосных станций.
24. Состав основного и вспомогательного оборудования насосной станции.
25. Требования к размещению насосных станций в населённых пунктах.

А.2. Тестовые задания (выборка)

1. Основное уравнение лопастных машин (формула Эйлера) имеет вид:
 - а) $H = (u_2 \cdot c_{2u} - u_1 \cdot c_{1u}) / g$
 - б) $H = (u_2 \cdot c_{2r} - u_1 \cdot c_{1r}) / g$
 - в) $H = (c_2^2 - c_1^2) / 2g$
2. Кавитация в насосе возникает при:
 - а) превышении давления над давлением насыщенных паров жидкости
 - б) снижении давления ниже давления насыщенных паров жидкости
 - в) увеличении температуры перекачиваемой жидкости
3. Классификация насосных станций по расположению оси насоса:
 - а) погружные, полупогружные, поверхностные
 - б) магистральные, местные, резервные
 - в) водопроводные, канализационные, промышленные

Блок В. Задания реконструктивного уровня («уметь»)

В.1. Расчётно-графические задания (в соответствии с пп. 4.1–4.5 РПД)

Задание В.1.1. Построение характеристик насоса (п. 4.1 РПД)

Условие: По паспортным данным центробежного насоса 6К-12 (частота вращения $n = 1450$ об/мин) построить напорную и мощностную характеристики в диапазоне подач от 0 до Q_{\max} .

Исходные данные (из паспорта насоса):

Q, м³/ч	0	100	200	300	400	500
H, м	60	58	54	48	40	30
N, кВт	15	18	22	26	30	34

Требуется:

1. Построить графики $H = f(Q)$ и $N = f(Q)$ в масштабе.
2. Определить оптимальную подачу насоса по максимальному КПД.
3. Рассчитать КПД насоса в трёх точках характеристики.

Задание В.1.2. Расчёт кавитационных характеристик (п. 4.2 РПД)

Условие: определить допустимую вакуумметрическую высоту всасывания центробежного насоса при перекачивании воды температурой 20°C . Атмосферное давление 735 мм рт.ст. Суммарные потери напора во всасывающем трубопроводе $h_v = 1,8$ м. Коэффициент запаса по кавитации $C = 1,15$. Критический кавитационный запас $\Delta h_{kr} = 3,5$ м.

Методика решения:

1. Перевести атмосферное давление в метры водяного столба:
 $H_a = 735 / 735,5 = 10,0$ м вод.ст.
2. Определить давление насыщенных паров воды при 20°C :
 $h_p = 0,24$ м вод.ст.
3. Рассчитать кавитационный запас с учётом коэффициента запаса:
 $\Delta h = C \cdot \Delta h_{kr} = 1,15 \cdot 3,5 = 4,03$ м
4. Определить допустимую вакуумметрическую высоту всасывания:
 $H_{vak} = H_a - h_p - \Delta h - h_v = 10,0 - 0,24 - 4,03 - 1,8 = 3,93$ м

Задание В.1.3. Расчёт работы насоса на сеть (п. 4.3 РПД)

Условие: Центробежный насос работает на трубопровод длиной $L = 1500$ м, диаметром $d = 300$ мм. Геодезическая высота подъёма воды $H_g = 25$ м. Коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,025$. Местные потери принять равными 10% от потерь по длине.

Характеристика насоса задана таблицей:

Q, м³/ч	0	100	200	300	400
H, м	50	48	44	38	30

Требуется:

1. Составить уравнение характеристики сети: $H = H_g + SQ^2$
2. Рассчитать коэффициент сопротивления сети S .
3. Определить рабочую точку насоса графоаналитическим методом.
4. Рассчитать мощность на валу насоса в рабочей точке при КПД = 0,72.

Задание В.1.4. Подбор насоса по заданным условиям (п. 4.4 РПД)

Условие: Подобрать центробежный насос для перекачивания воды с расходом $Q = 350$ м³/ч на высоту $H = 42$ м. Длина нагнетательного трубопровода $L_n = 1200$ м, диаметр $d_n = 250$ мм. Длина всасывающего трубопровода $L_v = 15$ м, диаметр $d_v = 200$ мм. Коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,028$. Местные потери составляют 15% от потерь по длине.

Требуется:

1. Рассчитать полный напор, развиваемый насосом.
2. Определить коэффициент быстроходности насоса.
3. По каталогу (Карелин В.Я., приложение) подобрать марку насоса.
4. Указать тип электродвигателя и его мощность.

Задание В.1.5. Определение расчётных параметров насосной станции (п. 4.5 РПД)

Условие: рассчитать параметры насосной станции водоснабжения населённого пункта с численностью 15 000 жителей. Среднесуточный расход воды $q = 250$ л/(сут·чел). Коэффициент часовой неравномерности $Kч = 1,4$. Высота подъёма воды от уровня источника до диктующей точки сети $H_g = 38$ м. Потери напора в водоводах и сети $\Sigma h = 12$ м.

Требуется:

1. Определить максимальный часовой расход воды.
2. Рассчитать расчётный напор насосной станции.
3. Определить число основных и резервных насосов.
4. Выбрать тип здания насосной станции (погружное, полупогружное, поверхностное) с обоснованием.
5. Составить схему компоновки оборудования в здании НС.

Блок С. Задания практико-ориентированного уровня («владеть»)

С.1. Кейс-задачи

Кейс №1. Проектирование насосной станции для водоснабжения села

Ситуация: требуется спроектировать насосную станцию для водоснабжения сельского населённого пункта с численностью 3 200 жителей. Источник водоснабжения - река с колебаниями уровня воды в пределах 4,5 м. Расстояние от реки до села - 2,8 км. Перепад высот между уровнем воды в реке (при минимальном уровне) и диктующей точкой в селе - 46 м. Среднесуточный расход воды на одного жителя - 180 л/сут.

Задание:

1. Рассчитать расчётные параметры насосной станции (расход, напор).
2. Выбрать тип водозаборного сооружения с учётом колебаний уровня воды в реке.
3. Обосновать выбор типа здания насосной станции (погружное/полупогружное/поверхностное).
4. Подобрать насосы и электродвигатели по каталогу.
5. Разработать схему компоновки оборудования в здании НС с указанием минимальных расстояний между агрегатами.
6. Составить перечень вспомогательного оборудования (задвижки, обратные клапаны, приборы КИПиА).

Кейс №2. Модернизация существующей насосной станции с применением частотно-регулируемого привода

Ситуация: На насосной станции установлены три центробежных насоса марки 6К-12, работающие параллельно. Анализ работы станции показал, что в ночное время (с 23:00 до 05:00) подача воды превышает потребление на 40%, что приводит к неэффективной работе насосов и перерасходу электроэнергии. Требуется разработать проект модернизации станции путём установки частотно-регулируемого привода (ЧРП) на один из насосов.

Задание:

1. Рассчитать экономию электроэнергии при применении ЧРП.
2. Определить оптимальный диапазон регулирования частоты вращения.
3. Разработать схему автоматизации управления насосной станцией с ЧРП.
4. Составить технико-экономическое обоснование проекта модернизации (смета, срок окупаемости).
5. Подготовить перечень необходимого оборудования для модернизации.

Кейс №3. Анализ аварийной ситуации на насосной станции

Ситуация: во время эксплуатации насосной станции произошла авария: при пуске насоса произошёл гидравлический удар, приведший к разрушению фланцевого соединения на нагнетательном трубопроводе. При анализе установлено: насос пускался при полностью открытой задвижке на нагнетании, длина нагнетательного трубопровода 850 м, диаметр 300 мм, материал труб - сталь.

Задание:

1. Определить причину возникновения гидравлического удара.
2. Рассчитать величину ударного повышения давления.
3. Разработать мероприятия по предотвращению подобных аварий в будущем:
 - правильная последовательность пуска насоса;
 - установка защитных устройств (гидроаккумуляторы, предохранительные клапаны);
 - автоматизация процесса пуска.
4. Составить инструкцию по безопасному пуску насосных агрегатов.

Блок D. Задания для промежуточной аттестации (экзамен)**Структура экзаменационного билета:**

- Вопрос 1 - теоретический (проверка уровня «знать»)
- Вопрос 2 - практический расчёт (проверка уровня «уметь»)
- Вопрос 3 - ситуационная задача/анализ (проверка уровня «владеть»)

Пример экзаменационного билета №1

Вопрос 1 («знать»): Теоретические основы работы лопастных насосов. Основное уравнение лопастных машин (формула Эйлера). Треугольники скоростей на входе и выходе рабочего колеса.

Вопрос 2 («уметь»): Центробежный насос перекачивает воду с расходом $Q = 280 \text{ м}^3/\text{ч}$ на высоту $H = 36 \text{ м}$. Длина нагнетательного трубопровода $L_n = 1400 \text{ м}$, диаметр $d_n = 250 \text{ мм}$, коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,026$. Местные потери составляют 12% от потерь по длине. Определить: а) полный напор, развиваемый насосом; б) мощность на валу насоса при КПД = 0,70; в) подобрать марку насоса по каталогу.

Вопрос 3 («владеть»): требуется спроектировать насосную станцию для водоснабжения населённого пункта с численностью 8 500 жителей. Среднесуточный расход воды на одного жителя - 220 л/сут. Коэффициент часовой неравномерности $K_{ч} = 1,35$. Источник водоснабжения - подземные воды (скважины). Глубина залегания водоносного горизонта - 28 м. Перепад высот между устьем скважины и диктующей точкой сети - 32 м. Потери напора в водоводах и сети - 9 м. Разработать схему компоновки насосной станции с обоснованием выбора типа здания и оборудования.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ**4.1. Критерии оценивания текущего контроля**

Вид деятельности	Критерии оценивания	Максимальный балл
Посещаемость лекций и практических занятий	100% посещаемость - 3 балла; 80–99% - балла; 60-9% -1 балл; <60% - 0 баллов	3 за модуль
Активность на практических занятиях	Глубокое понимание материала, оригинальные предложения - 2 балла за занятие (макс. 6 за модуль)	6 за модуль
Выполнение домашних заданий и СРС	Полное и качественное выполнение - 2 балла; частичное -1 балл; не выполнено - 0	2-4 за модуль
Тестирование	90-100% правильных ответов - 4 балла; 70-89% - 3 балла; 50–69% - 2 балла; <50% - 0	4 за модуль

4.2. Шкала оценивания экзамена

Экзаменационный билет оценивается по следующей шкале:

Критерий оценки	Баллы
Полностью даны ответы на все три вопроса билета и представлены соответствующие схемы, расчёты, обоснования	30-25 баллов
Полностью даны ответы на вопросы, но схемы/расчёты приведены не полностью или с незначительными ошибками	24-15 баллов
Не полностью даны ответы на вопросы (раскрыта только часть содержания), но схемы/расчёты есть	14-7 баллов
Нет полного ответа на вопросы билета, но была попытка ответа (фрагментарные знания)	6-1 балл
Отсутствие ответа	0 баллов

4.3. Перевод рейтинговых баллов в традиционную оценку

Суммарный рейтинг (баллы)	Традиционная оценка	Зачтено/Не зачтено
85–100	«отлично»	Зачтено
70–84	«хорошо»	Зачтено
60–69	«удовлетворительно»	Зачтено
менее 60	«неудовлетворительно»	Не зачтено

Примечание: Студенты, набравшие менее 60 баллов по итогам семестра (текущий + рубежный контроль), к экзамену **не допускаются** и направляются на отработку заданий.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

5.1. Рекомендации по подготовке к текущему контролю

1. Подготовка к тестированию:

- Изучите конспекты лекций по соответствующему модулю.
- Проработайте основную литературу (Карелин В.Я. «Насосы и насосные станции»).
- Обратите особое внимание на формулы, классификации, нормативные требования (СНиП 2.04.02-84).
- Для самопроверки используйте контрольные вопросы из блока А.

2. Выполнение расчётно-графических заданий:

- Внимательно изучите методические указания к заданию.
- Подберите необходимые формулы из рекомендованной литературы.
- Выполните расчёт в черновике, проверьте размерности величин.
- Оформите решение в соответствии с требованиями:
 - титульный лист по форме КРСУ;
 - исходные данные;
 - расчётная схема;
 - последовательность расчёта с пояснениями;
 - графики характеристик (при необходимости);
 - выводы и рекомендации.
- Сдайте работу не позднее установленного срока.

5.2. Рекомендации по подготовке к экзамену

1. Систематизируйте материал по двум разделам дисциплины:
 - Раздел 1. Насосы (теория, характеристики, регулирование)
 - Раздел 2. Насосные станции (классификация, компоновка, проектирование)
2. Для каждого раздела подготовьте:
 - Конспект теоретических положений (для ответа на вопрос «знать»).
 - Алгоритмы решения типовых задач (пп. 4.1–4.5 РПД).
 - Схемы принятия решений при проектировании насосных станций (для вопроса «владеть»).
3. Проработайте все контрольные вопросы из блока А.
4. Решите не менее 10 расчётных задач из блока В.
5. Изучите 3 кейс-задачи из блока С, подготовьте шаблоны ответов.
6. Повторите нормативные документы: СНиП 2.04.02-84, СП 31.13330.2012.

5.3. Порядок отработки пропущенных занятий

- Пропущенные лекции отрабатываются путём подготовки конспекта по материалам учебника (Карелин В.Я.) и сдачи устного опроса преподавателю в течение 14 дней.
- Пропущенные практические занятия отрабатываются выполнением индивидуального задания по соответствующей теме (расчётная задача).
- Пропуск более 30% аудиторных занятий влечёт недопуск к экзамену без дополнительного решения кафедры.

Фонд оценочных средств рассмотрен и утверждён

на заседании кафедры Инженерных дисциплин и водных ресурсов
протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент _____ / Логинов Г.И.

Руководитель образовательной программы

_____ / ФИО

Исполнители:

д.т.н., доцент _____ / Логинов Г.И.